

**Efecto de cuatro fuentes de hierro para
fortificación en las características físicas de la
tortilla de masa de maíz nixtamalizado**

**Francia Tatiana Rosa Mercadal
José Gerardo Díaz Martínez**

Zamorano, Honduras

Noviembre, 2012

ZAMORANO
DEPARTAMENTO DE AGROINDUSTRIA ALIMENTARIA

Efecto de cuatro fuentes de hierro para fortificación en las características físicas de la tortilla de masa de maíz nixtamalizado

Proyecto especial de graduación presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero en Agroindustria Alimentaria en el Grado Académico de Licenciatura

Presentado por:

Francia Tatiana Rosa Mercadal
José Gerardo Díaz Martínez

Zamorano, Honduras
Noviembre, 2012

Efecto de cuatro fuentes de hierro para fortificación en las características físicas de la tortilla de masa de maíz nixtamalizado

Presentado por:

Francia Tatiana Rosa Mercadal
José Gerardo Díaz Martínez

Aprobado:

Paola Carrillo, M.Sc.
Asesora principal

Luis Fernando Osorio, Ph.D.
Director
Departamento de Agroindustria Alimentaria

Francisco Javier Bueso, Ph.D.
Asesor

Raúl Zelaya, Ph.D.
Decano Académico

RESUMEN

Díaz Martínez, J.G y F.T. Rosa Mercadal. 2012. Efecto de cuatro fuentes de hierro para fortificación en las características físicas de la tortilla de masa de maíz nixtamalizado. Proyecto especial de graduación del programa de Ingeniería en Agroindustria Alimentaria, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. Honduras 24p.

En Honduras se presenta una deficiencia de hierro que afecta principalmente a niños y mujeres. Esfuerzos en fortificación se han implementado a nivel nacional, sin embargo el 40% de la población, la mayoría rural, no tiene acceso a harinas fortificadas con hierro. Se han realizado estudios en los que se muestra la factibilidad de fortificar la masa de maíz a nivel de nixtamal. El presente estudio tuvo como objetivo determinar el mejor compuesto de hierro para fortificación de tortillas de maíz blanco y amarillo nixtamalizados considerando las variables de color (L, a y b) y textura (fuerza y elongación). Los suplementos de hierro utilizados fueron fumarato ferroso, bisglicinato ferroso (Ferrochel®), gluconato ferroso y NaFeEDTA (Ferrazone®) a dos niveles 20 y 40 mg/kg de maíz. El diseño experimental fue de Bloques Completos al Azar con arreglo factorial de cuatro por dos y un control por cada tipo de maíz. El análisis estadístico se realizó con un análisis de varianza y una separación de medias con diferencia mínima significativa de Fisher. Los hierros más adecuados para fortificar son fumarato ferroso en ambas concentraciones para el maíz amarillo y bisglicinato y fumarato ferrosos al nivel de 20 mg/kg para maíz blanco. En la prueba sensorial afectiva no se detectó diferencia en la tortilla fortificada y el control a excepción del atributo color en maíz amarillo. Los resultados indicaron que la fortificación del nixtamal puede efectuarse sin cambios detectables en la tortilla. Se recomienda ampliar el tiempo de medición de color de la tortilla fortificada así como también realizar pruebas sensoriales de la misma para detectar posibles cambios de sabor en el tiempo.

Palabras clave: Bisglicinato ferroso, fortificación con hierro, fumarato ferroso, gluconato ferroso, NaFeEDTA.

CONTENIDO

	Portadilla.....	i
	Página de firmas	ii
	Resumen	iii
	Contenido.....	iv
	Índice de cuadros, figuras y anexos.....	v
1	INTRODUCCIÓN	1
2	METODOLOGÍA.....	3
3	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	8
4	CONCLUSIONES	17
5	RECOMENDACIONES	18
6	LITERATURA CITADA	19
7	ANEXOS.....	21

ÍNDICE DE CUADROS, FIGURAS Y ANEXOS

Cuadros		Página
1.	Arreglo factorial de la fuente y concentración de hierro.	6
2.	Análisis de color para tortilla de maíz amarillo fortificada	9
3.	Análisis de textura para tortilla de maíz amarillo fortificada	9
4.	Análisis sensorial de aceptación para tortilla de maíz amarillo.....	12
5.	Análisis de color para tortilla de maíz blanco fortificada.....	13
6.	Análisis de textura para tortilla de maíz blanco fortificada.....	13
7.	Análisis sensorial de aceptación para tortillas de maíz blanco.....	16
Figuras		Página
1.	Flujo de proceso para elaboración de masa de maíz nixtamalizado	4
2.	Flujo de proceso para elaboración de tortillas fortificadas	5
3.	Comportamiento del color en la variable L en maíz amarillo.	10
4.	Comportamiento del color en la variable a en maíz amarillo.	11
5.	Comportamiento del color en la variable b en maíz amarillo.....	11
6.	Comportamiento del color en la variable L en maíz blanco.....	14
7.	Comportamiento del color en la variable a en maíz blanco.....	15
8.	Comportamiento del color en la variable b en maíz blanco.	15
Anexos		Página
1.	Datos curva de color para variable L maíz amarillo parte I	21
2.	Datos curva de color para variable L maíz amarillo parte II	21
3.	Datos de curva de color para variable a para maíz amarillo parte I	21
4.	Datos de curva de color para variable a para maíz amarillo parte II	22
5.	Datos de curva de color para variable b para maíz amarillo parte I	22
6.	Datos de curva de color para variable b para maíz amarillo parte II.....	22
7.	Datos de curva de color para variable L para maíz blanco parte I	23
8.	Datos de curva de color para variable L para maíz blanco parte II.....	23

9.	Datos de curva de color para variable a para maíz blanco parte I.....	23
10.	Datos de curva de color para variable a para maíz blanco parte II.....	24
11.	Datos de curva de color para variable b para maíz blanco parte I.....	24
12.	Datos de curva de color para variable b para maíz blanco parte II.....	24

1. INTRODUCCIÓN

La deficiencia de hierro es la deficiencia nutricional más común a nivel mundial. Ésta afecta un promedio de 30 por ciento de la población. La falta de este micronutriente no sólo afecta a países en vías de desarrollo sino también a países desarrollados. Los principales afectados son los miembros del grupo poblacional que tienen un consumo inadecuado o deficiente de hierro, estos actores son las mujeres en edad reproductiva, embarazadas, adolescentes, niños y lactantes. El requerimiento de hierro diario más alto lo presentan las mujeres embarazadas con un nivel de 30 mg/día, mujeres en edad reproductiva 18 mg/día, hombres 12 mg/día y los que menos necesitan son los niños con 8 mg/día (Boccio *et al.* 2004; OMS 2006).

Los efectos adversos ocasionados por la falta de este micronutriente son morbilidad, mortalidad por enfermedades infecciosas, problemas de aprendizaje, estado físico deficiente y baja productividad. La fortificación de alimentos es una solución efectiva a la deficiencia del hierro pues es un programa de intervención nutricional que implica la adición de nutrientes al alimento (Aman *et al.* 1998).

En América Latina la fortificación alimentaria es practicada ampliamente y se clasifica en obligatoria, focalizada y voluntaria. La fortificación obligatoria en el caso del hierro es la más conveniente ya que es la que se usa en alimentos de consumo masivo, como la harina de trigo y de maíz (OPS 2002).

El maíz tiene un costo accesible y es altamente consumido por la población hondureña. Por lo tanto se considera el maíz un vehículo apropiado para la adición de hierro y otros micronutrientes. En Centroamérica casi la mitad de la ingesta de energía diaria de las personas es aportada por el maíz, asegurando un aporte energético del 36%. En Honduras el consumo de maíz *per capita* es de 249 g/día (FAO 1996).

La fortificación con micronutrientes, especialmente con hierro, puede ocasionar cambios organolépticos no deseados al producto final. Esto depende de la fuente y nivel del compuesto de hierro a agregar. Los factores a considerar para la fortificación con hierro son: el costo, la interacción del micronutriente con la matriz del alimento y la biodisponibilidad (OMS 2006).

Entre los componentes quelados comúnmente usados para fortificación de harinas de maíz tenemos el NaFeEDTA y el bisglicinato ferroso (Ferrochel ®), estos están protegidos de los inhibidores de absorción como los fitatos, polifenoles, calcio entre otros. Otro compuesto para fortificación es el fumarato ferroso que aunque no es quelado tiene una baja incidencia en las características sensoriales del alimento debido a su pobre

solubilidad en agua. Los tres compuestos anteriores presentan una biodisponibilidad igual o mayor al 100 por ciento en relación al sulfato ferroso que fue el tipo de hierro más usado para fortificación en sus inicios (OPS 2002). Considerando el factor costo, el hierro más barato es el gluconato ferroso (OMS 2006).

En Zamorano se han realizado diversos estudios que muestran el efecto de fortificar alimentos. Estos indican que hay un fuerte interés por parte de las poblaciones aledañas en participar en programas de fortificación. Estudios preliminares de fortificación tuvieron como vehículo galletas y tortillas. Para estos estudios los tipos de hierro utilizados fueron bisglicinato ferroso (Ferrochel ®) y NaFeEDTA (Ferrazone®). Los estudios concluyeron que estos suplementos afectaron las características sensoriales de los productos (Cabral y Bonilla 2010, Turcios y Castañeda 2010).

La molienda artesanal para granos básicos como el maíz ha prevalecido en Centroamérica a través del tiempo. En 1987 esta industria se vio afectada por la aparición de harinas nixtamalizadas, las cuales mostraban una alternativa práctica y conveniente a las familias. El proceso de fortificación se facilita al mezclar productos secos. Esto hace que las harinas nixtamalizadas sean un vehículo excelente para la fortificación. Actualmente estas harinas han sido fortificadas con micronutrientes para garantizar el bienestar de las personas. A pesar de estos avances las harinas fortificadas no llegan a todos los beneficiarios, los cuales viven en lugares rurales y remotos. Por lo tanto este proyecto se destina a evaluar un nuevo método de fortificación de masa de maíz nixtamalizado. Este estudio está ligado con la investigación que se realiza en la Universidad de Illinois en la que se evalúa la factibilidad de una maquina dosificadora de hierro para fortificar en la molienda artesanal.

En este estudio se pretende:

- Determinar el compuesto de hierro más adecuado para la fortificación de tortillas de maíz blanco y amarillo.
- Establecer el comportamiento del color de la tortilla fortificada con hierro a través del tiempo.

2. METODOLOGÍA

Elaboración de la tortilla fortificada de maíz nixtamalizado. Se realizó el proceso de nixtamalización (Figura 1) en la Planta de Innovación de Alimentos (PIA) utilizando maíz como insumo principal, éste fue adquirido en la aldea El Jicarito del municipio de San Antonio de Oriente. Dunn *et al.* (2008) indica que para el proceso de nixtamalización la relación de agua maíz es de 2:1 y la cantidad de cal adecuada es de 1.2% con respecto al peso de maíz a 13% de humedad. No obstante para este estudio se utilizó 1% de hidróxido de calcio $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ya que con concentraciones mayores el maíz se tornaba amarillo. La molienda se realizó en un molino artesanal ubicado en la Aldea El Jicarito. El peso total de la masa se dividió en nueve partes iguales para el total de tratamientos. Se añadieron los suplementos con hierro tomando una pequeña cantidad de masa de aproximadamente 20 ± 5 gramos haciendo un pre mezcla del hierro para luego mezclar con el resto de la masa y distribuir de manera más homogénea.

Se mezcló la masa con el tipo de hierro (Figura 2) durante tres minutos en una mezcladora eléctrica Kitchen Aid Artisan a una velocidad media. Una vez homogenizada la mezcla se pesaron 30 gramos de masa y se aplanó en una maquina artesanal para hacer tortillas, el diámetro obtenido fue de 12.5 ± 1 cm. La cocción se realizó en una plancha metálica donde la tortilla se mantuvo 30 segundos a $150^\circ\text{C} \pm 10$ por lado, una vez alcanzado los 30 segundos por lado se hizo un último giro y se esperó por 10 segundos (Figura 2). Luego se presionó y se trató de liberar vapor de agua. Esto hizo que la tortilla se inflara y garantizara una mejor textura (Aldana 2005).

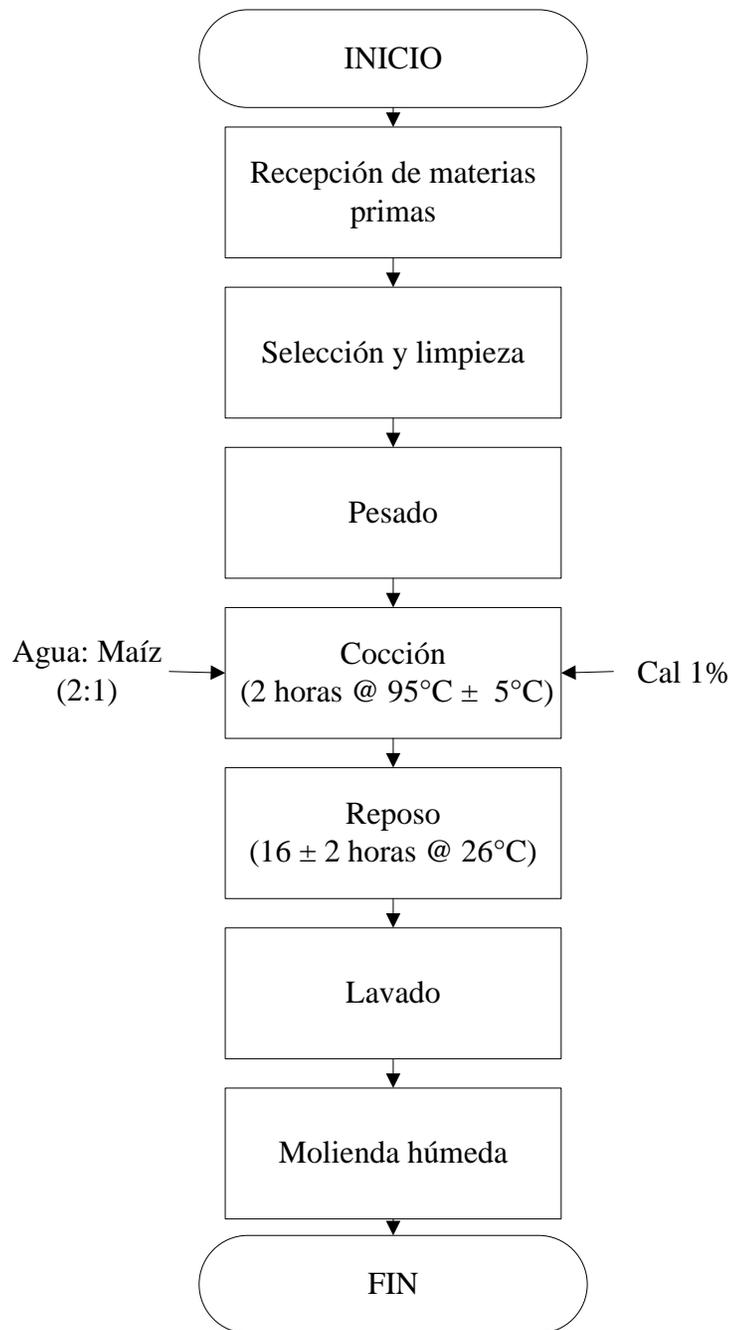


Figura 1. Flujo de proceso para elaboración de masa de maíz nixtamalizado.
Fuente: Dunn *et al.* (2008).

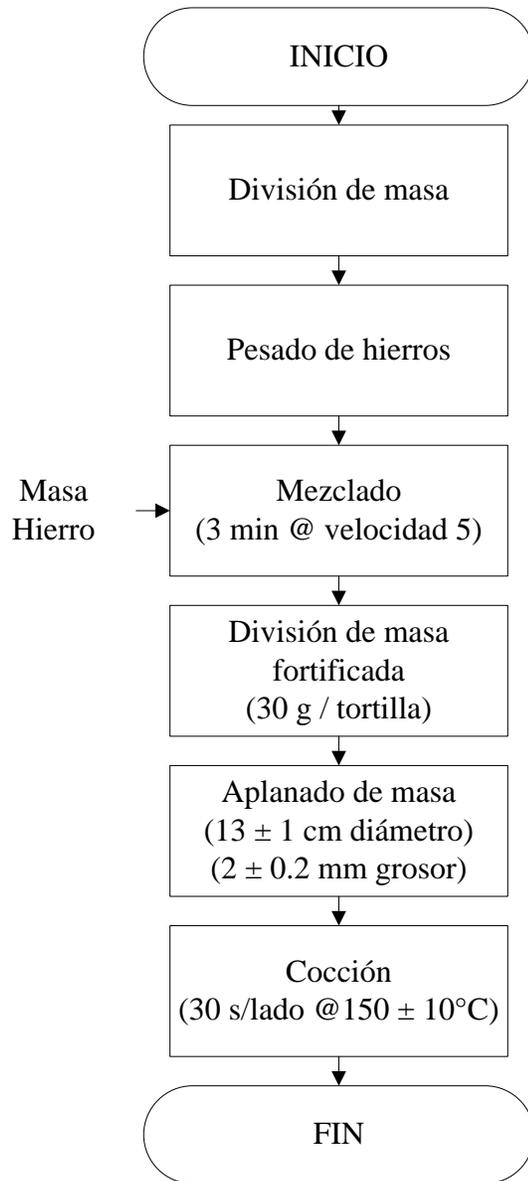


Figura 2. Flujo de proceso para elaboración de tortillas fortificadas.
Fuente: Aldana (2005).

Diseño experimental. Para este estudio se utilizaron Bloques Completos al Azar (BCA) con arreglo factorial de 4 por 2 y un control por cada bloque, (se bloquearon las repeticiones ya que se utilizaron diferentes lotes de maíz) sumando nueve tratamientos por cada tipo de maíz para hacer un total de 54 unidades experimentales (Cuadro 1).

Cuadro 1. Arreglo factorial de la fuente y concentración de hierro.

Fuente de hierro	20 mg/kg	40 mg/kg
NaFeEDTA	trt 2	trt 3
Bisglicinato Ferroso	trt 4	trt 5
Fumarato Ferroso	trt 6	trt 7
Gluconato Ferroso	trt 8	trt 9
Control	trt 1	

Análisis estadístico. Se realizó un análisis de varianza ANDEVA con un nivel de significancia $p < 0.05$ en el programa de análisis estadístico SAS® versión 9.1 y una separación de medias por diferencia mínima significativa de Fisher.

El análisis sensorial fue analizado mediante un ANDEVA con un nivel de significancia $p < 0.05$ y una separación de medias Tukey.

Análisis de color. Se midieron las variables: escala de luminosidad (L), escala magenta (-a) a verde (+a) y azul (-b) hasta amarillo (+b) en el día cero utilizando el Colorímetro Colorflex Hunter Lab®. Al día cero se hizo una medición de triple estímulo de los nueve tratamientos tanto para maíz blanco como amarillo para hacer una pre-selección de los mejores tratamientos.

Análisis de textura. Para la textura se midió la fuerza en Newtons necesaria para romper la tortilla y la distancia en milímetros que ésta se estiró (elongación) el equipo utilizado fue el medidor de textura Brookfield CT3. La muestra tuvo las dimensiones promedio de 80 mm de largo, 33 mm de ancho y 1.4 mm de grosor y esta se obtuvo del centro de la tortilla.

Análisis sensorial de aceptación. Se realizó una prueba de aceptación con los tratamientos más parecidos a la tortilla sin fortificar de maíz blanco y amarillo. Las mediciones se hicieron con una escala hedónica del uno al nueve donde uno significó me disgusta extremadamente y nueve me gusta extremadamente. Se evaluaron los atributos de color, textura, sabor y aceptación general con 60 participantes al azar los cuales se obtuvieron durante la 8ª Feria panamericana en Zamorano.

Análisis de color en el tiempo. Se evaluaron los cambios de coloración durante seis horas en las tortillas fortificadas utilizando el Colorímetro Colorflex Hunter Lab®. Las mediciones se tomaron en intervalos de una hora en los cuales se midió la misma muestra por triplicado.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Color de tortilla maíz amarillo. Los resultados obtenidos para el análisis de color de la tortilla de maíz amarillo indicaron que la coloración que se obtuvo con estos tratamientos en cuanto a la luminosidad fue de un 60% aproximadamente. Para la variable a, la coloración que se tuvo fue un poco roja con una puntuación de tres a cuatro, es decir estuvo en el límite inferior del color rojo. Para la variable b el rango indica que su coloración es 80% amarilla (Cuadro 2).

Debido a que los todos los tratamientos tuvieron un comportamiento muy diferente en cuanto a las variables a y b la selección se hizo a través de una matriz de decisión en la que se dio una mayor ponderación a las variables a y b de color. Para la variable textura se ponderó de una manera baja ya que la textura no se ve afectada por los suplementos de hierro.

El fumarato ferroso en concentraciones de 20 mg/kg y 40 mg/kg resultó ser la fuente de hierro más estable en la matriz de la tortilla (Cuadro 2), es decir no reaccionó causando cambios indeseados en color, esto se debe a su baja hidrosolubilidad, factor que le dificulta la interacción con otros nutrientes en el alimento (Badham *et al.* 2007).

El gluconato ferroso afectó al color de la tortilla debido a que no es un compuesto quelado y de esta manera el hierro está en exposición directa al oxígeno causando oxidación de las grasas (Haro 2006). El bisglicinato ferroso mostró diferencias significativas al control (Cuadro 2) debido al mismo fenómeno de oxidación de las grasas presentes en el germen del grano. Se debe trabajar bajo los niveles de 22.5 mg/kg como máximo ya que con cantidades iguales o superiores a ésta son percibidos los cambios sensoriales (OPS 2002). En el presente estudio se utilizó 40 mg/kg de bisglicinato ferroso y si fue diferente significativamente al control.

Según la OMS (2006), el NaFeEDTA presenta cambios muy variables y no se puede predecir con exactitud lo que sucederá con las características sensoriales, dada las condiciones del estudio la tortilla fortificada con esta fuente de hierro sí fue diferente significativamente al control.

Cuadro 2. Análisis de color para tortilla de maíz amarillo fortificada.

Tratamiento	L	± DE	a	± DE	b	± DE
Control	60.78	± 2.06	a	4.43 ± 0.53	a	23.74 ± 1.15
Fumarato Ferroso 20 mg	60.51	± 2.67	ab	4.09 ± 1.02	ab	23.03 ± 1.33
Fumarato Ferroso 40 mg	57.82	± 3.32	d	4.08 ± 0.89	ab	22.48 ± 1.27
Bisglicinato Ferroso 20 mg	59.49	± 1.38	abcd	3.50 ± 0.50	cd	22.39 ± 1.70
Gluconato Ferroso 20 mg	59.87	± 2.59	abc	3.59 ± 0.75	cd	22.25 ± 1.87
NaFeEDTA 20 mg	58.35	± 1.29	cd	3.93 ± 0.57	bc	22.17 ± 1.50
NaFeEDTA 40 mg	58.76	± 1.65	bcd	3.73 ± 0.46	bcd	21.90 ± 1.81
Bisglicinato Ferroso 40 mg	59.30	± 1.30	abcd	3.29 ± 0.37	d	21.63 ± 1.40
Gluconato Ferroso 40 mg	59.27	± 2.19	abcd	3.30 ± 0.49	d	21.46 ± 2.06
% CV	3.53			13.15		3.08

^{abc} Valores en columnas con distinta letra, difieren estadísticamente entre sí (P<0.05).

D.E.= Desviación estándar.

Resultados de textura tortilla maíz amarillo fortificada. Las variables fuerza y elongación para el maíz amarillo no presentaron diferencias significativas al control (Cuadro 3), esto es respaldado por De León (2000) en su estudio que muestra que no hay diferencias en textura al fortificar la harina de maíz con hierro a 20 y 40 mg/kg. Se puede decir que la ausencia de cambios se debió a que la cantidad añadida del micronutriente no fue suficiente para ocasionar cambios detectables de textura.

Cuadro 3. Análisis de textura para tortilla de maíz amarillo fortificada.

Tratamiento	Fuerza (Newtons)	± DE	Elongación (mm)	± DE
Control	2.72	± 0.82	ab	7.34 ± 0.75
NaFeEDTA 20 mg	2.94	± 0.97	ab	7.37 ± 2.13
NaFeEDTA 40 mg	2.76	± 0.90	ab	7.38 ± 1.29
Bisglicinato Ferroso 20 mg	3.16	± 1.06	a	6.97 ± 1.28
Bisglicinato Ferroso 40 mg	2.34	± 0.72	b	6.50 ± 2.11
Fumarato Ferroso 20 mg	2.96	± 0.80	ab	7.30 ± 1.97
Fumarato Ferroso 40 mg	2.95	± 0.96	ab	7.96 ± 1.81
Gluconato Ferroso 20 mg	2.47	± 0.74	ab	7.07 ± 1.27
Gluconato Ferroso 40 mg	3.00	± 0.84	ab	7.36 ± 1.41
% CV	24.93			22.07

^{abc} Valores en columnas con distinta letra, difieren estadísticamente entre sí (P<0.05).

D.E.= Desviación estándar.

Evaluación de color a través del tiempo en la tortilla de maíz amarillo. Se determinó que el fumarato ferroso 20 mg/kg para la variable luminosidad (L) fue significativamente diferente al control (Figura 3) mostrando una tonalidad más clara y mantuvo esa tendencia durante las seis horas.

La variación del fumarato ferroso 20 mg/kg se puede relacionar con el contenido de compuestos fenólicos como el pirogalol que podrían estar presentes en el grano de maíz ya que estos interactúan con los iones metálicos, implicando un cambio de coloración luego del proceso de alcalinización (Palma 1996). Este cambio leve en luminosidad no tuvo un efecto en la aceptación del consumidor (Cuadro 4), esto es favorable ya que la coloración no fue motivo de rechazo de los panelistas hacia la muestra.

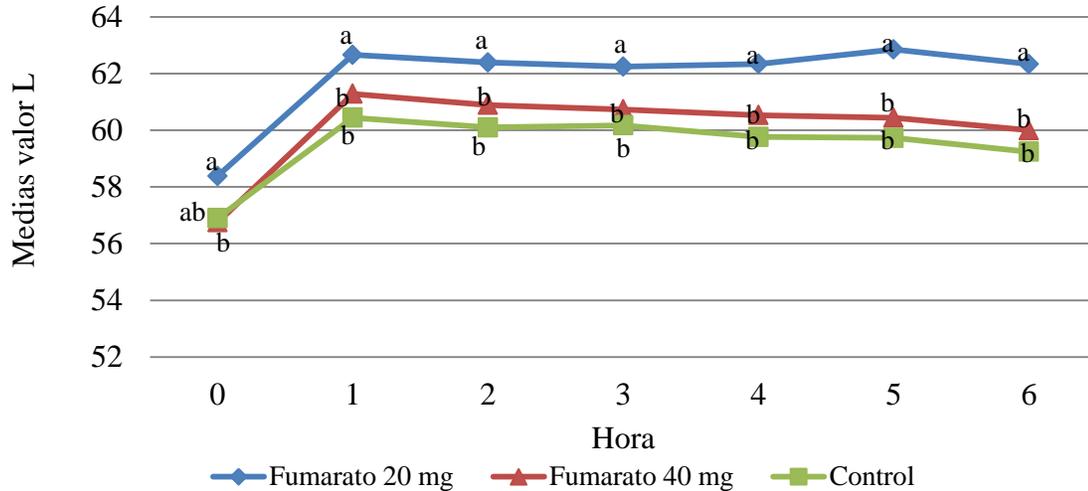


Figura 3. Comportamiento del color en la variable L en maíz amarillo.

^{abc} Valores en cada hora con distinta letra, difieren estadísticamente entre sí ($P < 0.05$).

La medición del color en la escala a que va de un rango de color verde “a-” a rojo “a+” presentó un efecto por los hierros añadidos, no obstante se presentó hasta el final ya que en las primeras horas el hierro no se había oxidado y no había tenido oportunidad de generar compuestos de color marrón (Figura 4).

La primera diferencia significativa se presentó en la hora cuatro donde el fumarato ferroso 20 mg/kg mostró una tendencia orientada al color verde mientras que la tortilla sin fortificar tuvo una tendencia a ser más roja y mantuvo esa tendencia hasta la hora seis.

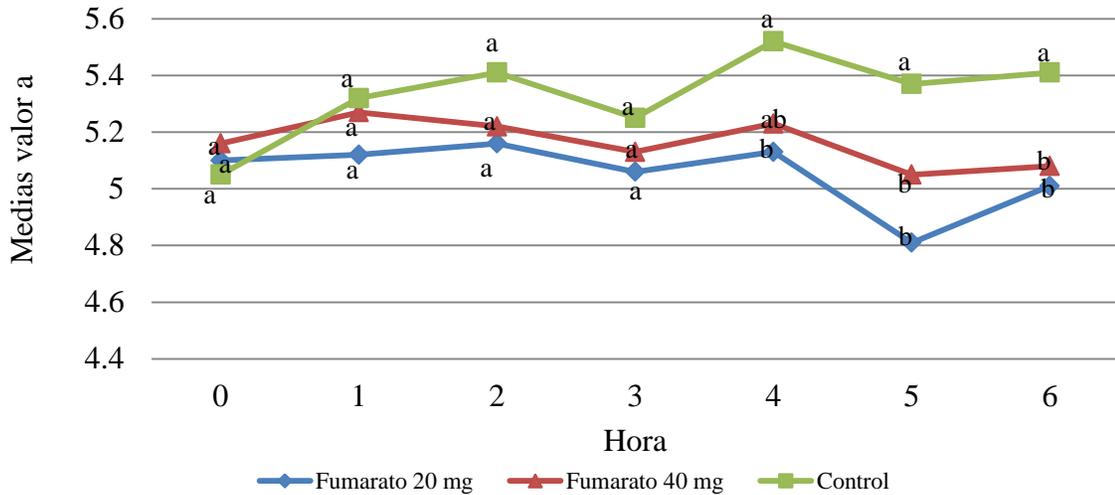


Figura 4. Comportamiento del color en la variable a en maíz amarillo.
^{abc} Valores en cada hora con distinta letra, difieren estadísticamente entre sí ($P < 0.05$).

La variable “b” que indica el rango de colores de amarillo “+b” a azul “-b” mostró un comportamiento muy similar entre los tratamientos (Figura 5) ya que solamente fue significativa la diferencia a la hora cero. Esta reacción se debe a que la nixtamalización confiere a la masa un tono de color amarillo intenso debido a la reacción que existe entre los precursores del color en el pericarpio y la capa de aleurona del grano de maíz con el medio alcalino (Palma 1996).

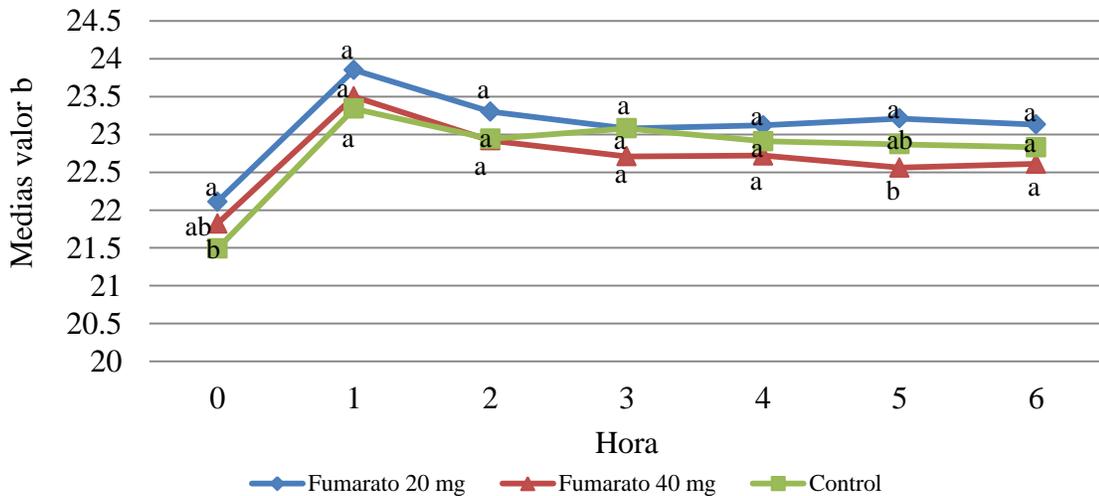


Figura 5. Comportamiento del color en la variable b en maíz amarillo.
^{abc} Valores en cada hora con distinta letra, difieren estadísticamente entre sí ($P < 0.05$).

En las variables luminosidad (L) y (b) para el fumarato ferroso se observó una diferencia en la hora cero de los análisis de color a través del tiempo (Figuras 5 y 6) en relación a el

análisis de color general para los nueve tratamientos (Cuadro 2). Esto se atribuye a la variación de los lotes de maíz utilizados, a la cantidad de agua adquirida en el tiempo de reposo y molienda y no a la presencia del compuesto metálico en sí.

Análisis sensorial de aceptación maíz amarillo. Se determinó que el fumarato ferroso 40 mg/kg tuvo el mismo nivel de aceptación que el control a excepción del atributo color (Cuadro 4). Esto pudo ser por el alto nivel de fortificación y la baja capacidad de la matriz del alimento en ocultar cambios en color. Este fue un cambio positivo ya que a los panelistas les gustó más la coloración de la tortilla fortificada (De León 2000).

Cuadro 4. Análisis sensorial de aceptación para tortilla de maíz amarillo.

Tratamiento	Color \pm DE	Textura \pm DE	Sabor \pm DE	Aceptación \pm DE
Fumarato ferroso 40 mg	6.91 \pm 1.70 ^a	6.55 \pm 1.75 ^a	6.68 \pm 1.81 ^a	7.01 \pm 1.64 ^a
Fumarato ferroso 20 mg	6.56 \pm 1.85 ^{ab}	6.23 \pm 2.24 ^a	6.46 \pm 2.14 ^a	6.61 \pm 1.91 ^a
Control	5.86 \pm 1.98 ^b	6.03 \pm 1.99 ^a	6.31 \pm 1.94 ^a	6.20 \pm 2.02 ^a
%CV	26.45	33.20	31.80	29.11

^{abc} Valores en columnas con distinta letra, difieren estadísticamente entre sí (P<0.05).

D.E.= Desviación estándar.

Debido a que las personas aceptaron por igual la tortilla fortificada y la tortilla sin fortificar se determinó que estos niveles y fuentes de hierro (Cuadro 4) son los adecuados para dicho proceso. Al usar fumarato ferroso que es un compuesto 100% biodisponible se garantiza el 55% del valor diario con el nivel de 40 mg/kg y 33% con el nivel de 20 mg/kg (OPS 2002).

Resultados de color en la tortilla maíz blanco En el análisis de color se observó que los tratamientos mostraron una luminosidad en una escala del 0 al 100 del 60% aproximadamente, esto quiere decir que están considerados como relativamente claros o luminosos. En cuanto a la variable a todos los valores están en el rango de color verde al ser negativos y para la variable b presentan un tono poco amarillo.

Los tratamientos que fueron iguales al control son el bisglicinato ferroso 20 mg/kg y el Fumarato Ferroso 20 mg/kg (Cuadro 5). El bisglicinato ferroso 20 mg/kg es un compuesto quelado unido a dos moléculas de glicina por enlaces iónicos en el grupo carboxilo, esto hace que lo proteja de reaccionar con componentes como el calcio y causar posibles cambios en color (Hurrell *et al.* 2004).

El fumarato ferroso 20 mg/kg es un compuesto que presenta baja solubilidad en agua y es muy soluble en soluciones ácidas, presenta una estructura que hace que su interacción con la matriz del alimento sea muy baja y no ocasione cambios sensoriales (OPS 2002).

Cuadro 5. Análisis de color para tortilla de maíz blanco fortificada.

Tratamiento	L	± DE	a	± DE	b	± DE
Control	61.40	± 1.75	ab	-0.45 ± 0.41	ab	11.87 ± 0.69
Fumarato Ferroso 20 mg	62.75	± 1.54	ab	-0.57 ± 0.47	abc	11.95 ± 0.89
NaFeEDTA 40 mg	61.54	± 1.23	ab	-0.64 ± 0.49	bcd	11.29 ± 0.43
Bisglicinato Ferroso 20 mg	61.46	± 1.91	ab	-0.57 ± 0.60	abc	11.58 ± 0.46
Fumarato Ferroso 40 mg	61.35	± 1.36	ab	-0.69 ± 0.41	cd	11.63 ± 1.08
Gluconato Ferroso 20 mg	60.91	± 1.94	b	-0.68 ± 0.34	cd	11.32 ± 0.56
Gluconato Ferroso 40 mg	60.77	± 1.95	b	-0.84 ± 0.43	d	11.14 ± 0.51
NaFeEDTA 20 mg	60.73	± 2.02	b	-0.40 ± 0.69	a	11.85 ± 0.78
Bisglicinato Ferroso 40 mg	60.53	± 1.18	b	-0.63 ± 0.40	abcd	11.31 ± 0.53
%CV	2.68		0.38		5.32	

^{abc} Valores en columnas con distinta letra, difieren estadísticamente entre sí (P<0.05).

D.E.= Desviación estándar.

Resultados de textura tortilla maíz blanco fortificada. Para el análisis de textura se determinó que el fumarato ferroso en ambas concentraciones y el bisglicinato ferroso 20 mg/kg fueron los tratamientos que menos diferencias presentaron al control (Cuadro 6), no obstante no hay estudios que indiquen diferencias de textura por presencia de hierro, es decir que la variación pudo ser por los diferentes lotes de maíz que se utilizaron o también por la falta de uniformidad en la elaboración de las tortillas (Salinas *et al.* 2003).

Cuadro 6. Análisis de textura para tortilla de maíz blanco fortificada.

Tratamiento	Fuerza (Newtons)	± DE	Elongación (mm)	± DE
Control	3.35	± 0.41	ab	7.90 ± 1.14
NaFeEDTA 20 mg	2.83	± 0.74	cde	7.82 ± 1.75
NaFeEDTA 40 mg	2.56	± 0.39	e	8.11 ± 1.29
Bisglicinato Ferroso 20 mg	3.02	± 0.48	bcde	8.68 ± 1.04
Bisglicinato Ferroso 40 mg	2.80	± 0.53	de	8.95 ± 1.12
Fumarato Ferroso 20 mg	3.14	± 0.83	abcd	7.61 ± 1.21
Fumarato Ferroso 40 mg	3.57	± 1.08	a	8.07 ± 0.58
Gluconato Ferroso 20 mg	2.80	± 0.67	de	8.03 ± 1.43
Gluconato Ferroso 40 mg	2.77	± 0.63	de	7.41 ± 1.57
%CV	20.30		15.05	

^{abc} Valores en columnas con distinta letra, difieren estadísticamente entre sí (P<0.05).

D.E.= Desviación estándar.

Evaluación de color a través del tiempo en la tortilla de maíz blanco. Para la intensidad lumínica los tratamientos fortificados se comportaron de manera similar al control ya que no hay una reacción de los iones metálicos con los compuestos carotenos que produzcan oxidación y disminuyan la luminosidad. El contenido de los carotenos es más bajo en relación al maíz amarillo. Es por eso que en el maíz amarillo si hay cambios pero aquí no. Es decir a mayor cantidad de compuestos carotenos mayor será la oxidación

de los mismos por la presencia del metal y mayor la variación de color de la tortilla. Para el rango entre la hora cero y la uno se dio un cambio en luminosidad debido a que los compuestos al principio no habían reaccionado (Meléndez 2004).

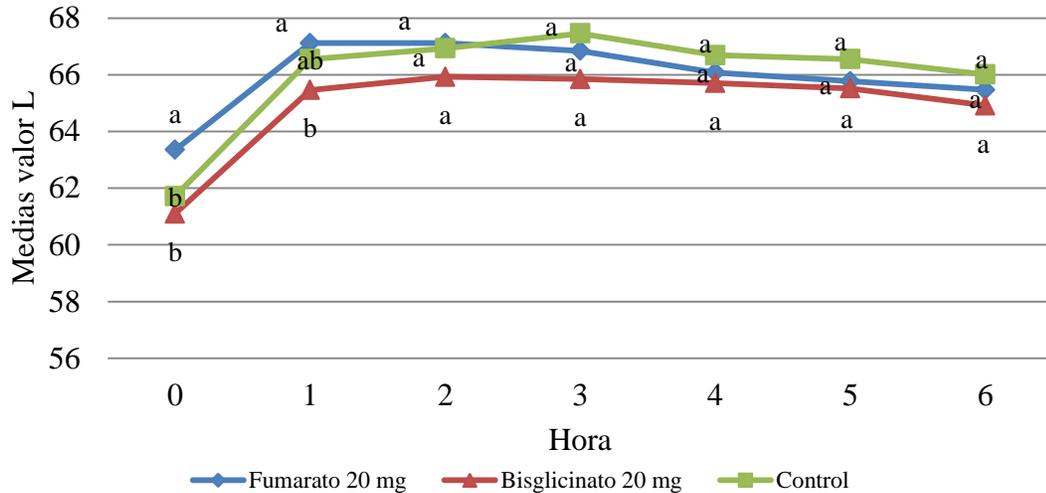


Figura 6. Comportamiento del color en la variable L en maíz blanco.

^{abc} Valores en cada hora con distinta letra, difieren estadísticamente entre sí ($P < 0.05$).

La variable de color “a” que va en un rango de (a-) verde a (a+) rojo mostró un comportamiento homogéneo entre el control y las dos fuentes de hierro (Figura 7), todos los tratamientos están al límite inferior del color rojo y están llegando a verde, Esto es contradictorio al estudio de Brouillard (1982) en el que determinó que en un pH alcalino las antocianinas se desestabilizan provocando cambios de color.

Se observó que la matriz de la tortilla fue muy buena ocultando cambios de coloración. La cantidad de hierro no fue significativa para ocasionar diferencias. No obstante el comportamiento de cada tratamiento a través del tiempo fue bastante raro ya que al analizar la gráfica se observó que hubo diferencia entre horas pero esto se atribuye a que la escala es bastante pequeña y los cambios se ven más pronunciados a pesar de no ser significativos (Figura 7).

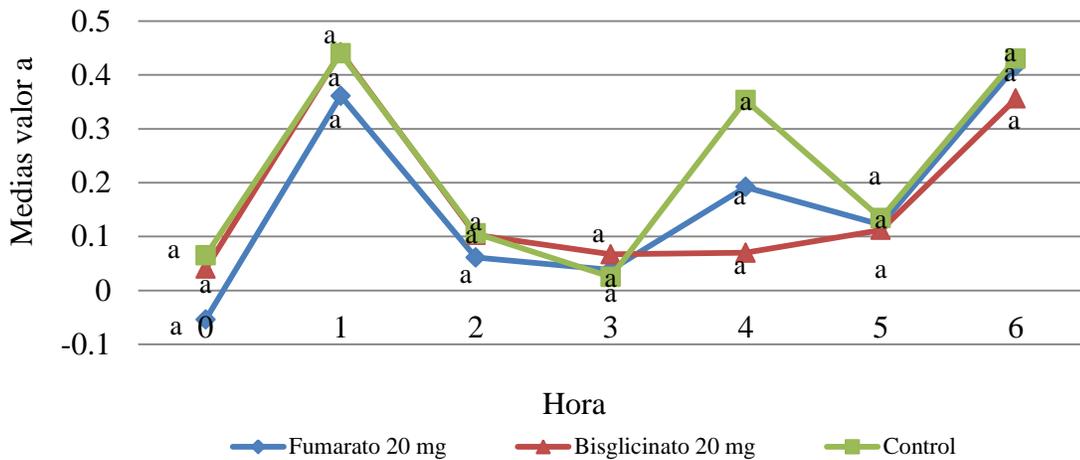


Figura 7. Comportamiento del color en la variable a en maíz blanco.
^{abc} Valores en cada hora con distinta letra, difieren estadísticamente entre sí ($P < 0.05$).

Para la variable b al adicionar los suplementos de hierro no hubo una diferencia significativa en la hora cero, no obstante con el paso de las horas hubo un cambio de coloración en relación al control, la tortilla sin fortificar se mostró más amarilla que las tortillas fortificadas (figura 8) esto es apoyado por el estudio de Richins *et al.* (2008) en el que plantea que la tortilla fortificada tiende a ser menos amarilla que la tortilla control debido a la decoloración de los compuestos carotenos por presencia del metal.

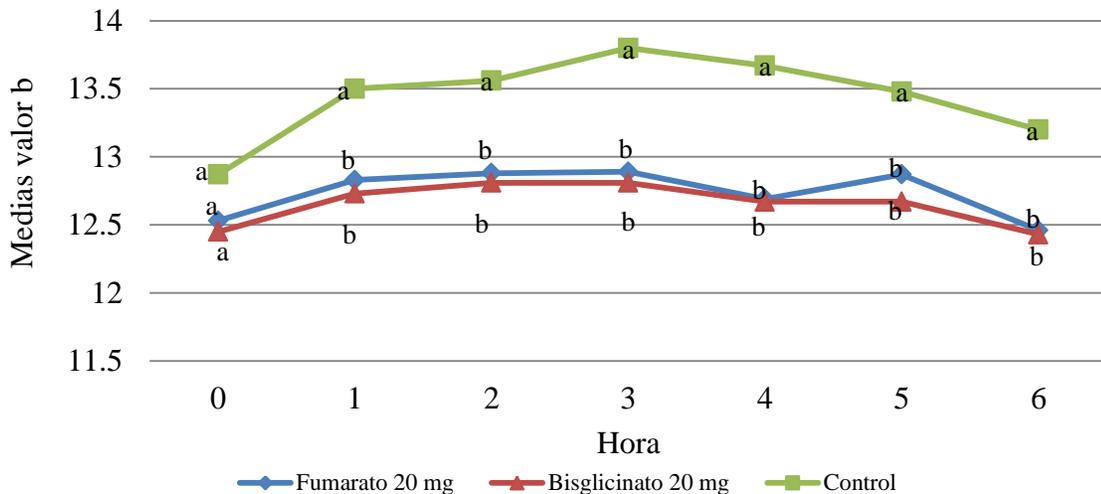


Figura 8. Comportamiento del color en la variable b en maíz blanco.
^{abc} Valores en columnas con distinta letra, difieren estadísticamente entre sí ($P < 0.05$).

Resultado análisis sensorial de aceptación maíz blanco. Se determinó que los tratamientos recibieron la misma aceptación por los consumidores (cuadro 7), les gusta

por igual la tortilla fortificada que la tortilla sin fortificar, esto es debido a que el nivel de hierro no fue lo suficientemente alto para generar cambios sensoriales.

Cuadro 7. Análisis sensorial de aceptación para tortillas de maíz blanco.

Tratamiento	Color \pm DE	Textura \pm DE	Sabor \pm DE	Aceptación \pm DE
Fumarato ferroso 20 mg	6.01 \pm 1.89 ^a	6.31 \pm 2.05 ^a	6.25 \pm 2.09 ^a	6.35 \pm 1.88 ^a
Bisglicinato ferroso 20 mg	5.83 \pm 1.70 ^a	5.93 \pm 1.66 ^a	6.05 \pm 1.85 ^a	5.98 \pm 1.83 ^a
Control	5.91 \pm 1.48 ^a	6.03 \pm 1.61 ^a	6.08 \pm 1.69 ^a	6.21 \pm 1.49 ^a
%CV	26.63	27.60	26.81	23.93

^{abc} Valores en columnas con distinta letra, difieren estadísticamente entre sí (P<0.05).

D.E.= Desviación estándar.

Se determinó que al fortificar la tortilla con el nivel de 20 mg/kg la cantidad cubierta para el valor de consumo diario de este micronutriente fue de 27.5% basado en el consumo requerido de una mujer que es de 18 mg/día. La biodisponibilidad del bisglicinato ferroso es mayor al 100% en relación al sulfato ferroso, mientras que el fumarato es de 100% (OPS 2006).

4. CONCLUSIONES

- Para la fortificación de maíz amarillo se determinó que las mejores fuentes y niveles de hierro fueron fumarato ferroso en ambas concentraciones, mientras que para el maíz blanco fueron el bisglicinato y fumarato ferrosos a 20 mg/kg.
- Los consumidores mostraron el mismo nivel de aceptación para las tortillas fortificadas con hierro en maíz blanco y amarillo, con excepción del atributo color en el maíz blanco en la que la tortilla sin fortificar ya que fue la que menos les gustó.
- Se presentó un cambio de coloración leve para las tortillas fortificadas con hierro en relación a las tortillas sin fortificar al cabo de seis horas.

5. RECOMENDACIONES

- Para la fortificación de masa de maíz blanco no se debe exceder el nivel de 20 mg/kg de bisglicinato ferroso y 20 mg/kg de fumarato ferroso mientras que para la masa de maíz amarillo se puede utilizar fumarato ferroso en ambas concentraciones.
- Prolongar el tiempo de medición de color para elaborar curvas con un rango más amplio de horas y medir el efecto en un mayor lapso de tiempo.
- Realizar un estudio que involucre pruebas sensoriales con los mejores tratamientos a través del tiempo.
- Cuantificar el hierro presente en la tortilla de maíz fortificada para los mejores tratamientos.
- Realizar análisis cualitativos de la tortilla fortificada para conocer la percepción de los consumidores.

6. LITERATURA CITADA

Aldana, A. 2005. Ingredientes, características funcionales, costos de producción y precios de las tortillas elaboradas artesanalmente en algunos municipios de los departamentos de Jutiapa y Totonicapán. Guatemala. Universidad de San Carlos.

Aman, M., M. Wirakartakusumah, P. Hariyadi. 1998. Aspectos técnicos de fortificación alimentaria (Inglés). Food and Nutrition Bulletin, Vol. 19 No. 2.

Badham, J., M. Zimmerman, K. Kraemer. 2007. Guía sobre anemia nutricional. Sight and Life, Basilea, Suiza.

Boccio, J., J. Bressan, J. Monteiro. 2004. Fortificación de alimentos con hierro y zinc; pros y contras desde un punto de vista alimenticio y nutricional (portugués). Revista de Nutrição, Vol. 17 No. 1.

Cabral Soruco, E; J.C. Bonilla. 2010. Plan de negocio para producción y comercialización de tortillas de maíz fortificadas con hierro en Lizapa y Linaca, Francisco Morazán, Honduras. Proyecto especial de graduación del programa de Ingeniería en Administración de Agronegocios. Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras. 51p.

Dunn, M; S. Cerna, D. Sánchez, R. Griffin. 2008. Commercial Evaluation of a Continuous Micronutrient Fortification Process for Nixtamal Tortillas. Cereal Chem. Vol. 85 No. 6.

Haro, J. 2006. Biodisponibilidad de diferentes compuestos de hierro añadidos a un néctar de frutas funcional. Interacción con las vitaminas y fructo-oligosacáridos. Universidad de Murcia. España.

Hurrell, R.F; S. Lynch; T. Bothwell; H. Cori; R. Glahn; E. Hertrampf; Z. Kratky; D. Miller; M. Rodenstein; H. Streektra; B. Teucher; E. Turner. 2004. Enhancing the absorption of fortification iron. Int. J. Vitam. Nutr. Res. Vol. 74, No. 6.

Meléndez, A. 2004. Estabilidad de los pigmentos carotenoides en los alimentos. Archivos Latinoamericanos de Nutrición. Caracas, V. 54, No.2.

León, L de. 2000. Desarrollo tecnológico y evaluación de la fortificación con hierro de la harina de maíz nixtamalizada mejorada o no con soya. Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP). Guatemala.

(FAO). 1996. Hoja de balance de alimentos. Roma. 1992-1994.

(OMS). 2006. Guidelines on food fortification with micronutrients. Washington DC, Estados Unidos de América

(OPS). 2002. Compuestos de hierro para la fortificación de alimentos: guías para América Latina y el Caribe. Washington DC, Estados Unidos de América.

Palma M. 1996. Importancia del pericarpio en las características de masa y tortillas de maíz. Universidad Autonoma Chapingo. Chapingo, México.

Richins, A.T; K.E. Burton; H.F. Pahulu; L. Jefferies; M.L. Dunn. 2008. Effect of iron source on color and appearance of micronutrient fortified corn flour tortillas. Cereal Chemistry vol. 85, No. 4.

Salinas, Y 2003. Relación de amilosa amilopectina en el almidón de harina nixtamalizada de maíz y su efecto en la calidad de la tortilla. Revista Fitotecnia Mexicana. Vol.26 No. 002.

Turcios Alvarez, A.J ; B.N. Castañeda Lazo. 2010. Desarrollo y evaluación de galletas fortificadas a base de masica (*Brosimum alicastrum*) para niños y niñas entre 6 y 13 años de la Escuela Lempira, Lizapa Maraita, Honduras. Proyecto especial de graduación del programa de Ingeniería en Agroindustria Alimentaria. Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras. 47p.

7. ANEXOS

Anexo 1. Datos curva de color para variable L maíz amarillo parte I.

Tratamiento	0 Horas \pm DE	1 Hora \pm DE	2 Horas \pm DE
Fumarato Ferroso 20mg	58.39 \pm 1.24 ^{a(Y)}	62.66 \pm 1.03 ^{a(X)}	62.39 \pm 0.90 ^{a(X)}
Fumarato Ferroso 40 mg	56.75 \pm 2.63 ^{ab(Y)}	61.27 \pm 1.20 ^{b(X)}	60.87 \pm 1.02 ^{b(X)}
Control	56.90 \pm 1.02 ^{b(Z)}	60.44 \pm 2.20 ^{b(X)}	60.10 \pm 2.18 ^{b(XY)}
%CV	2.63	2.60	1.97

^{abc} Valores en columnas con distinta letra, difieren estadísticamente entre sí (P<0.05).

^{XYZ} Valores en fila con distinta letra, difieren estadísticamente entre sí (P<0.05).

D.E.= Desviación estándar.

Anexo 2. Datos curva de color para variable L maíz amarillo parte II.

3 Horas \pm DE	4 Horas \pm DE	5 Hora \pm DE	6 Horas \pm DE
62.24 \pm 1.10 ^{a(X)}	62.34 \pm 0.70 ^{a(X)}	62.85 \pm 0.68 ^{a(X)}	62.33 \pm 0.89 ^{a(X)}
60.72 \pm 1.21 ^{b(X)}	60.53 \pm 1.19 ^{b(X)}	60.44 \pm 1.26 ^{b(X)}	60.00 \pm 1.64 ^{b(X)}
60.17 \pm 2.37 ^{b(XY)}	59.76 \pm 1.85 ^{b(XY)}	59.73 \pm 2.22 ^{b(XY)}	59.24 \pm 2.62 ^{b(Y)}
2.36	1.71	2.80	2.37

^{abc} Valores en columnas con distinta letra, difieren estadísticamente entre sí (P<0.05).

^{XYZ} Valores en fila con distinta letra, difieren estadísticamente entre sí (P<0.05).

D.E.= Desviación estándar.

Anexo 3. Datos de curva de color para variable a para maíz amarillo parte I.

Tratamiento	0 Horas \pm DE	1 Hora \pm DE	2 Horas \pm DE
Fumarato Ferroso 20mg	5.10 \pm 0.46 ^{a(XY)}	5.12 \pm 0.53 ^{a(XY)}	5.16 \pm 0.61 ^{a(X)}
Fumarato Ferroso 40mg	5.15 \pm 0.76 ^{a(X)}	5.26 \pm 0.83 ^{a(X)}	5.22 \pm 0.65 ^{a(X)}
Control	5.05 \pm 0.74 ^{a(Y)}	5.32 \pm 0.91 ^{a(XY)}	5.42 \pm 0.83 ^{a(X)}
%CV	6.99	6.22	7.29

^{abc} Valores en columnas con distinta letra, difieren estadísticamente entre sí (P<0.05).

^{XYZ} Valores en fila con distinta letra, difieren estadísticamente entre sí (P<0.05).

D.E.= Desviación estándar.

Anexo 4. Datos de curva de color para variable a para maíz amarillo parte II.

3 Horas ± DE	4 Horas ± DE	5 Hora ± DE	6 Horas ± DE
5.06 ± 0.40 ^{a(XY)}	5.13 ± 0.49 ^{b(X)}	4.81 ± 0.56 ^{b(Y)}	5.01 ± 0.52 ^{b(XY)}
5.13 ± 0.69 ^{a(X)}	5.23 ± 0.68 ^{ab(X)}	5.05 ± 0.68 ^{b(X)}	5.08 ± 0.78 ^{b(X)}
5.25 ± 0.80 ^{a(XY)}	5.52 ± 0.81 ^{a(X)}	5.37 ± 0.93 ^{a(X)}	5.41 ± 0.70 ^{a(X)}
6.12	6.79	6.36	6.88

^{abc} Valores en columnas con distinta letra, difieren estadísticamente entre sí (P<0.05).

^{XYZ} Valores en fila con distinta letra, difieren estadísticamente entre sí (P<0.05).

D.E.= Desviación estándar.

Anexo 5. Datos de curva de color para variable b para maíz amarillo parte I.

Tratamiento	0 Horas ± DE	1 Hora ± DE	2 Horas ± DE
Fumarato Ferroso 20 mg	22.11 ± 1.87 ^{a(Z)}	23.85 ± 1.31 ^{a(X)}	23.30 ± 1.21 ^{a(Y)}
Fumarato Ferroso 40 mg	21.82 ± 0.75 ^{ab(Z)}	23.50 ± 0.85 ^{a(X)}	22.92 ± 1.02 ^{a(Y)}
Control	21.49 ± 1.47 ^{b(Z)}	23.34 ± 1.17 ^{a(X)}	22.95 ± 1.30 ^{a(XY)}
%CV	2.48	2.35	1.95

^{abc} Valores en columnas con distinta letra, difieren estadísticamente entre sí (P<0.05).

^{XYZ} Valores en fila con distinta letra, difieren estadísticamente entre sí (P<0.05).

D.E.= Desviación estándar.

Anexo 6. Datos de curva de color para variable b para maíz amarillo parte II.

3 Horas ± DE	4 Horas ± DE	5 Hora ± DE	6 Horas ± DE
23.08 ± 1.38 ^{a(Y)}	23.12 ± 1.23 ^{a(Y)}	23.21 ± 1.16 ^{a(Y)}	23.13 ± 1.25 ^{a(Y)}
22.71 ± 1.05 ^{a(Y)}	22.72 ± 1.08 ^{a(Y)}	22.56 ± 1.05 ^{ab(Y)}	22.61 ± 1.26 ^{a(Y)}
23.09 ± 1.43 ^{a(XY)}	22.91 ± 1.32 ^{a(XY)}	22.87 ± 1.35 ^{b(XY)}	22.83 ± 1.52 ^{a(Y)}
2.49	2.04	2.42	2.64

^{abc} Valores en columnas con distinta letra, difieren estadísticamente entre sí (P<0.05).

^{XYZ} Valores en fila con distinta letra, difieren estadísticamente entre sí (P<0.05).

D.E.= Desviación estándar.

Anexo 7. Datos de curva de color para variable L para maíz blanco parte I.

Tratamiento	0 Horas ± DE	1 Hora ± DE	2 Horas ± DE
Fumarato Ferroso 20mg	63.35 ± 0.85 ^{a(Z)}	67.122 ± 1.49 ^{a(X)}	67.125 ± 1.59 ^{a(X)}
Bisglicinato Ferroso 20 mg	61.10 ± 1.58 ^{b(Y)}	65.46 ± 1.11 ^{b(X)}	65.93 ± 1.54 ^{a(X)}
Control	61.72 ± 1.91 ^{b(Y)}	66.55 ± 1.62 ^{ab(X)}	66.93 ± 1.97 ^{a(X)}
%CV	2.18	1.85	2.18

^{abc} Valores en columnas con distinta letra, difieren estadísticamente entre sí (P<0.05).

^{XYZ} Valores en fila con distinta letra, difieren estadísticamente entre sí (P<0.05).

D.E.= Desviación estándar.

Anexo 8. Datos de curva de color para variable L para maíz blanco parte II.

3 Horas ± DE	4 Horas ± DE	5 Hora ± DE	6 Horas ± DE
66.84 ± 1.18 ^{a(XY)}	66.08 ± 2.05 ^{a(XY)}	65.77 ± 2.03 ^{a(XY)}	65.47 ± 2.49 ^{a(Y)}
65.85 ± 1.71 ^{a(X)}	65.71 ± 2.04 ^{a(X)}	65.52 ± 2.08 ^{a(X)}	64.92 ± 2.13 ^{a(X)}
67.46 ± 1.58 ^{a(X)}	66.69 ± 2.36 ^{a(X)}	66.55 ± 2.70 ^{a(X)}	66.01 ± 2.88 ^{a(X)}
2.03	3.2	3.28	3.64

^{abc} Valores en columnas con distinta letra, difieren estadísticamente entre sí (P<0.05).

^{XYZ} Valores en fila con distinta letra, difieren estadísticamente entre sí (P<0.05).

D.E.= Desviación estándar.

Anexo 9. Datos de curva de color para variable a para maíz blanco parte I.

Tratamiento	0 Horas ± DE	1 Hora ± DE	2 Horas ± DE
Fumarato Ferroso 20mg	-0.054 ± 0.375 ^{a(Z)}	0.361 ± 0.695 ^{a(XY)}	0.061 ± 0.366 ^{a(Z)}
Bisglicinato Ferroso 20 mg	0.040 ± 0.339 ^{a(Z)}	0.442 ± 0.637 ^{a(X)}	0.103 ± 0.319 ^{a(YZ)}
Control	0.065 ± 0.313 ^{a(Z)}	0.440 ± 0.719 ^{a(X)}	0.106 ± 0.346 ^{a(Y)}
%CV	0.37	0.37	0.37

^{abc} Valores en columnas con distinta letra, difieren estadísticamente entre sí (P<0.05).

^{XYZ} Valores en fila con distinta letra, difieren estadísticamente entre sí (P<0.05).

D.E.= Desviación estándar.

Anexo 10. Datos de curva de color para variable a para maíz blanco parte II.

3 Horas ± DE	4 Horas ± DE	5 Hora ± DE	6 Horas ± DE
0.038 ± 0.411 ^{a(Z)}	0.192 ± 0.435 ^{a(XYZ)}	0.122 ± 0.488 ^{a(YZ)}	0.416 ± 0.472 ^{a(X)}
0.067 ± 0.381 ^{a(Z)}	0.070 ± 0.362 ^{a(Z)}	0.112 ± 0.423 ^{a(YZ)}	0.356 ± 0.468 ^{a(XY)}
0.025 ± 0.250 ^{a(Z)}	0.353 ± 0.347 ^{a(XY)}	0.134 ± 0.459 ^{a(YZ)}	0.430 ± 0.564 ^{a(X)}
0.42	0.53	0.32	0.37

^{abc} Valores en columnas con distinta letra, difieren estadísticamente entre sí (P<0.05).

^{XYZ} Valores en fila con distinta letra, difieren estadísticamente entre sí (P<0.05).

D.E.= Desviación estándar.

Anexo 11. Datos de curva de color para variable b para maíz blanco parte I.

Tratamiento	0 Horas ± DE	1 Hora ± DE	2 Horas ± DE
Fumarato Ferroso 20 mg	12.523 ± 0.85 ^{a(X)}	12.838 ± 0.53 ^{b(X)}	12.883 ± 1.00 ^{b(X)}
Bisglicinato Ferroso 20 mg	12.454 ± 1.10 ^{a(X)}	12.734 ± 0.83 ^{b(X)}	12.818 ± 1.21 ^{b(X)}
Control	12.874 ± 1.21 ^{a(Z)}	13.503 ± 1.02 ^{a(XY)}	13.563 ± 1.90 ^{a(XY)}
%CV	4.49	4.75	4.14

^{abc} Valores en columnas con distinta letra, difieren estadísticamente entre sí (P<0.05).

^{XYZ} Valores en fila con distinta letra, difieren estadísticamente entre sí (P<0.05).

D.E.= Desviación estándar.

Anexo 12. Datos de curva de color para variable b para maíz blanco parte II.

3 Horas ± DE	4 Horas ± DE	5 Hora ± DE	6 Horas ± DE
12.885 ± 1.13 ^{b(X)}	12.692 ± 1.06 ^{b(X)}	12.874 ± 0.93 ^{b(X)}	12.456 ± 0.81 ^{b(X)}
12.814 ± 1.07 ^{b(X)}	12.667 ± 1.06 ^{b(X)}	12.673 ± 1.10 ^{b(X)}	12.428 ± 1.02 ^{b(X)}
13.804 ± 0.73 ^{a(X)}	13.672 ± 0.54 ^{a(XY)}	13.475 ± 1.06 ^{a(XY)}	13.202 ± 1.02 ^{a(YZ)}
3.21	4.40	4.38	4.69

^{abc} Valores en columnas con distinta letra, difieren estadísticamente entre sí (P<0.05).

^{XYZ} Valores en fila con distinta letra, difieren estadísticamente entre sí (P<0.05).

D.E.= Desviación estándar.